ÉTUDE D'UN ÉCOSYSTÈME FORESTIER MÉDITERRANÉEN 2. LES COLLEMBOLES D'UNE FORÊT MIXTE (Chênes verts, *Quercus ilex L.* — Chênes blancs, *Quercus pubescens* W.) DE LA RÉGION PROVENÇALE*

par Nicole POINSOT-BALAGUER et Elisabeth TABONE

Laboratoire d'Écologie Terrestre, Université de Provence.
UA CNRS 1152 et PIREN «Milieu Rural» — 13397 MARSEILLE Cedex 13

MOTS-CLÉS : Collemboles - Chêne vert (*Quercus ilex*) - Chêne blanc (*Quercus pubescens*) - Litière - Sol - Région méditerranéenne.

RÉSUMÉ
(travail original)

Les populations de collemboles de cinq stations d'une forêt mixte (chênes verts — chênes blancs) de la région provençale ont, comme les deux autres groupes de microarthropodes, des réponses communes : ils sont plus nombreux dans les couches sous-jacentes du sol, ils présentent un minimum estival correspondant à l'été sec et chaud et deux pics, l'un au printemps, l'autre en automne correspondant aux deux saisons de pluie.

Le nombre d'espèces de collemboles, la densité, la dominance des espèces à large répartition sont communes à la zone tempérée et à la zone méditerranéenne tandis que les mêmes adaptations physiologiques et comportementales sont observées chez les collemboles des zones arides et chez ceux de la région provneçale.

L'originalité du peuplement de collemboles des pays méditerranéens réside surtout dans les valeurs de la diversité et de l'équitabilité extrêmement fluctuantes selon les milieux et la saison.

KEY-WORDS : Collembola - Evergreen oak (*Quercus ilex*) - White oak (*Quercus pubescens*) — Litter - Soil - Mediterranean region.

SUMMARY
(original scientific paper)

Study of a forest mediterranean ecosystem
2. Populations of Collembola of a mixed forest (evergreen oak Quercus ilex L. - White oak Quercus pubescens W.) of provencal region

Populations of collembola in five designated areas of a mixed forest, have common responses. They are always more numerous in the underlying layers of the soil and the alternation between the two rainy seasons and the hot dry summer have a preponderant influence on the general fluctuations of the populations : there is a drop in the summer and two peaks, one in the spring and the other in the winter. Species number, abundance, dominance of species with a wide distribution were common in temperate zone and in mediterranean zone.

The same types of physiological and behavioural adaptations were distinguished among collembola living in arid climate and in mediterranean climate. The most important fact was the values of diversity and equitability of collembola communities very fluctuating with the vegetation and the season.

INTRODUCTION

Les auteurs ont précédemment étudié la composition et la structure des peuplements microarthropodes de la forêt de la Gardiole de Rians (Var), forêt remarquable par la diversité de ses peuplements végétaux. En effet, y cohabitent des chênaies vertes, des chênaies blanches et des chênaies mixtes qui, sous l'action des facteurs de l'environnement et de l'Homme, présentent actuellement des physionomies différentes. Le sol a, quant à lui, répondu à l'influence de la roche mère et du milieu environnant en donnant des profils pédologiques différents. Les cinq stations considérées comme typiques avaient permis de dégager les réponses caractéristiques des groupes de microarthropodes les plus représentatifs à savoir les collemboles, les oribates, les autres acariens et les psocoptères.

A partir de ces résultats (POINSOT-BALAGUER et TABONE, 1985), nous développons ici ceux concernant plus particulièrement les collemboles.

I — SITUATION ET CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS

Celles-ci ont été abondamment décrites dans notre note précédente et le tableau I résume leurs caractéristiques.

* (Reçu le 4 novembre 1985 ; accepté le 17 mars 1986)

TABLEAU I

Caractères des stations d'étude et des échantillonnages effectués

Stations	Végétation	Profil de sol-	Exposition	Nbre de prélèvements	Taille des prélèvements
I	Taillis mixte chênes verts-chênes blancs	mul calcique	nord	12	250 cc
II	Taillis à chênes verts	xéromodor	nord	12	250 cc
III	Taillis mixte chênes verts-chêne blancs	mull moder calcique	sud	12	250 cc
IV	Chênaie blanche	mull à vers de terre	nord	12	250 cc
V	Chênaie blanche	mull-moder/ paléosol fersiallitique	sud	12	250 cc

II — RÉSULTATS

Les collemboles ont été extraits par la technique de Berlese.

1. *COMPOSITION DU PEUPLEMENT DES COLLEMBOLES*

37 espèces de collemboles ont été récoltées (tableau II). Comme dans le reste de la Provence, il s'agit en majorité d'espèces ayant une large répartition. En effet, 15 sont cosmopolites, 6 holarctiques, 10 européennes, 3 méditerranéennes : *Friesea fagei* (Denis) *Arrhopalites postumicus* Stach, *Sminthurus echinatus* Stach, une seule est endémique de la région provençale : *Vertagopus abeloosi* Poinsot. Cette dernière espèce présente tant en Provence calcaire que cristalline, est particulièrement abondante à Rians et dans les Maures.

TABLEAU II

Liste de Collemboles récoltés à la Gardiole de Rians

Onychiurus armatus (Tullb.) Gisin
Mesaphorura krausbaueri Börner
Metaphorura affinis (Börner)
Ceratophysella armata (Nicolet)
Xenylla maritima Tullberg
Willemia anophthalma Börner
Brachystomella parvula (Schäffer)
Pseudachorutes subcrassus Tullberg
Odontella gisini Da Gama
Friesea mirabilis Tullberg
Friesea fagei (Denis)
Lathriopyga aurentiaca (Caroli)
Neanura muscorum (Templeton)
Anurophorus laricis Nicolet
Folsomia penicula Bagnall
Isotoma notabilis Schäffer
Isotoma bipunctata (Axelson)
Isotoma viridis Bourlet
Vertagopus abeloosi Poinsot
Isotomiella minor (Schäffer)
Folsomides angularis (Axelson)
Entomobrya nivalis (L.)
Orchesella quinquefasciata (Bourlet)
Heteromorus major Wankel
Lepidocyrtus lanuginosus (Gmellin)
Pseudosinella alba (Packard)
Psdeudosinella sp.
Sphaeridia pumilis (Krausbauer)
Arrhopalites postumicus Stach
Arrhopalites sericus Gisin
Sminthurinus elegans (Fitch)
Sminthurinus aureus (Lubbock)
Stenognathellus denisi (Cassagnau)
Sminthurus echinatus Stach
Sminthurus walhgreni Stach
Dicyrtoma saundersi (Lubbock)
Megalothorax minimus Willem

Toutes les espèces sauf trois (*Folsomia penicula, Vertagopus abeloosi, Arrhopalites sericus*) ont été récoltées dans la forêt mixte de Cadarache, proche d'une dizaine de kilomètres. Inversement des espèces très banales récoltées à Cadarache et dans d'autres stations de Provence sont absentes de nos relevés, par exemple *Folsomia quadrioculata* et *Cryptopygus thermophilus*.

2. *DONNÉES GLOBALES SUR LES PEUPLEMENTS DE MICROARTHROPODES*

Pour l'ensemble des stations et des prélèvements que l'on peut considérer comme représentatifs des grandes formations végétales du massif de la Gardiole, nous avons mentionné que les microarthropodes ont une abondance supérieure dans l'horizon A à celle dans la couche L (Fig. 1).

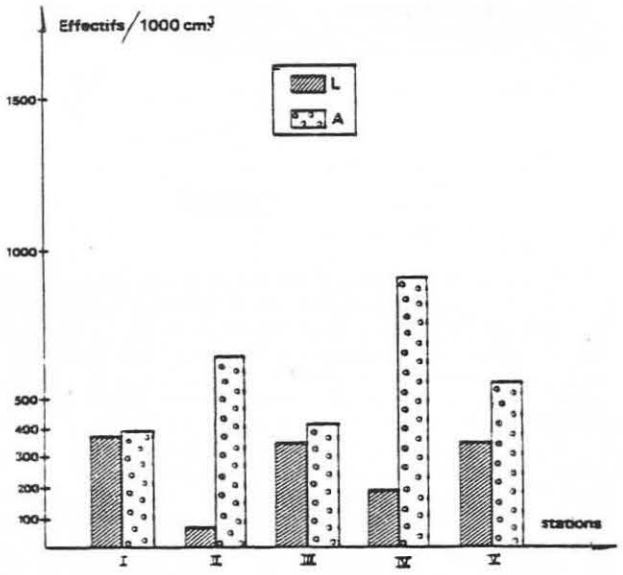

FIG. 1. — Effectifs des collemboles dans les couches L et A de chaque station de la Gardiole de Rians.

Dans l'horizon A, les densités moyennes des animaux sont semblables, d'une part dans les 2 stations à chênes verts (I et II) (test U, P = 0,53) et, d'autre part, dans les 2 stations à chênes blancs (IV et V) (test U, P = 0,47). Par ailleurs, les 2 stations à chênes verts (I + II) et les 2 stations à chênes blancs (IV + V) ont des densités significativement différentes (test U, p = 0,028).

Dans la litière, les comparaisons des densités entre les stations I et II d'une part et V d'autre part ne montrent pas de différences significatives (test U, p = 0,20 et p = 0,35). Il en est de même pour la comparaison chênaie verte (I + II)/chênaie blanche (IV + V) (test U, p = 0,24).

Au niveau des trois groupes de microarthropodes les oribates ont des abondances supérieures à celles des deux autres groupes dans les stations I et II, dans la litière et dans l'horizon A. Cette abondance est significativement supérieure à celle de la chênaie blanche (IV + V) dans la couche A (p = 0,10) mais comparable dans la litière (p = 0,44). En ce qui concerne les collemboles, leur abondance est significativement différente entre la chênaie verte et la chênaie blanche dans l'ensemble A (p = 0,01). En ce qui concerne les acariens autres que les oribates, on ne décèle pas de différences significatives, (L : p= 0,24 ; A : p = 0,17).

On peut au total considérer les peuplements de microarthropodes de la chênaie verte comme différents de ceux de la chênaie blanche.

3. *DONNÉES SUR LES PEUPLEMENTS DE COLLEMBOLES*

a) Données globales

Dans l'ensemble des stations du massif de la Gardiole, le pourcentage de collemboles est supérieur dans la litière (42,5 %), celui des oribates dans la couche A (43,5 %) ; par contre celui des «autres acariens» varie peu dans les deux horizons : 21,8 % en A, 24,1 % dans la litière. Le rapport Acariens/Collemboles est 1,9 dans la couche A, 1,35 dans la litière.

b) Comparaison entre les stations (tableau III)

La densité des Collemboles est la même dans les horizons L et A dans la station I (chêne vert), pratiquement la même

TABLEAU III

Données globales sur les populations de collemboles de 5 stations de la Gardiole de Rians

Stations	Horizons	Densité micro-arthropodes	Densité collemboles	Effectif Acariens / Collemboles	% Collemboles / Micro-arthropodes	Nombre d'espèces	H.S. (bits)	E %
I	L	832	343	1,6	38,8	24	2,41	56
C.V.	A	1377	350	2,9	25,5	24	2,86	65
II	L	305	78	2,1	32,5	19	2,76	65
C.V.	A	1400	680	2,2	30,0	25	3,4	76
III	L	877	356	1,2	45,2	25	2,96	66
C.M.	A	1575	405	2,6	28,0	25	3,5	76
IV	L	499	229	1,0	49,0	21	2,70	62
C.B.	A	1802	905	0,9	51,6	24	2,79	60
V	L	832	347	1,3	43,0	20	1,21	31
C.B.	A	1834	565	2,1	32,4	19	3,16	79

C.V. : Chênaie verte
C.M. : Chênaie mixte
C.B. : Chênaie blanche

dans la station III (chêne mixte) très différente dans la station II (chênaie verte) (Fig. 1). L'effectif des collemboles est toujours inférieur à celui des autres acariens dans la couche L (sauf dans la station IV-C.B.) où il est légèrement supérieur.

Les densités moyennes annuelles des 2 stations à chênes verts (I et II) sont très différentes (Tableau III) et pourraient s'expliquer par la situation microclimatique meilleure dans la station I «... car il y a rétention d'eau du sol et accumulation de matière organique provenant des zones en amont» (POINSOT-BALAGUER et TABONE, 1985). La station II, sur xéromoder, est beaucoup plus sèche avec lessivage de matière organique vers la station I. Par contre la comparaison de ces densités aux 4 saisons, ne montre pas de différence significative, ni dans L, ni dans A. Les mêmes tests appliqués aux 2 stations à chênes blancs (IV et V) montrent une différence significative dans la couche A (test U, $p = 0{,}066$). Il n'y en a pas dans la litière. Ces différences peuvent s'expliquer par la situation écologique de ces deux stations : la station IV a une exposition nord et se développe sur un mull à vers de terre tandis que la station V a une exposition sud et le sol est un mull-moder reposant sur un paléosol fersiallitique.

Nous avons vu (POINSOT-BALAGUER & TABONE, 1985) qu'en ce qui concerne les collemboles, la chênaie blanche (IV + V) ne se différenciait pas de la chênaie verte (I + II) pour la litière mais seulement pour l'horizon A (test U, $p = 0{,}01$) et que la chênaie mixte se différenciait de la chênaie blanche pour l'horizon A (test U, $p = 0{,}07$).

D'autres différences significatives se révèlent entre la station II (C.V.) et la station III (C.M.) (test U, $p = 0{,}08$) dans la litière, et entre la station III (C.M.) et la station V (C.B.) pour l'horizon A (test U, $p = 0{,}002$). Aucune autre différence significative n'a été décelée.

c) Évolution cyclique des collemboles au cours de l'année dans les cinq stations

□ Remarque générale

Nous avions noté que les collemboles sont aussi sensibles aux facteurs de l'environnement en surface qu'en profondeur car le rapport entre le chiffre de densité maximum dans la litière et minimum dans la couche A n'est que 2 fois supérieur pour ce groupe alors qu'il l'est de 10 fois pour les oribates et de 24 pour les autres acariens.

□ Évolution des populations de collemboles dans les stations

La figure 2 montre l'évolution des populations de collemboles dans une station à chênes verts (I), une à chênes blancs (V) et dans la chênaie mixte (III).

Comme dans les deux autres stations (II et V), on retrouve les fluctuations caractéristiques de la région méditerranéenne, à savoir un minimum estival et deux pics au printemps et en hiver.

On note, en ce qui concerne les collemboles, un maximum dans la couche A en mai, un minimum général dans les 2 couches en été. En décembre, par contre, il y a un pic dans les trois stations avec des maxima dans la litière. On peut évoquer les fortes pluies de ce mois amenant «une sursaturation qui ne conduit pas à une explosion démographique chez les oribates, alors que c'est le cas chez les collemboles (LAHOUD, 1978)».

En mars, les populations de collemboles sont plus abondantes dans les trois stations dans la couche A par rapport à la couche L.

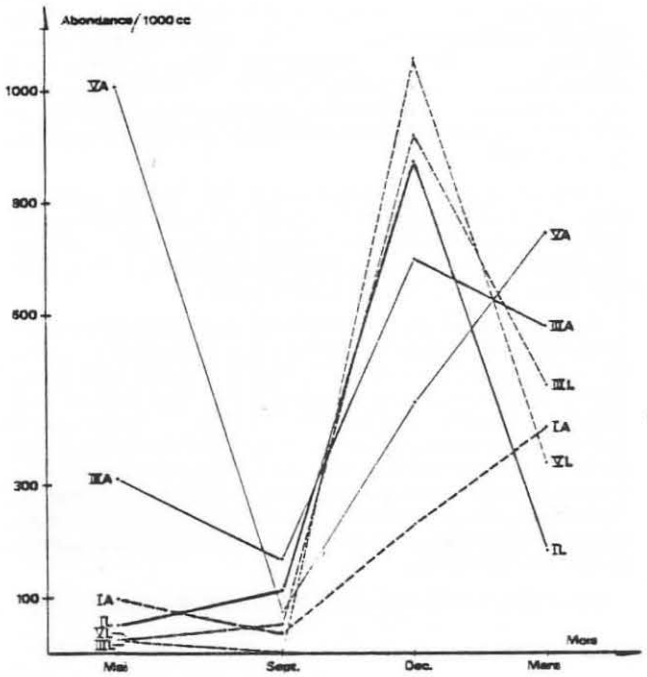

FIG. 2. — Fluctuation des populations de collemboles dans les cinq stations.

On constate donc, quels que soient le substrat et les conditions microclimatiques des stations, des réponses concordantes des collemboles dans les deux niveaux.

d) Structure du peuplement dans les cinq stations

□ Structure du peuplement dans les cinq stations

Dans les 5 stations la diversité spécifique (exprimée par l'indice de SHANNON) est plus grande dans l'horizon A (Fig. 3) avec une nettre différence entre la couche L et l'horizon A dans la station V à chênes blancs, alors que les valeurs se rejoignent presque dans l'autre station à chênes blancs de fond de vallon (IV). La diversité supérieure dans l'horizon A, peut être le témoin du tamponnement des facteurs climatiques dans cet horizon, ce qui se retrouve au niveau de l'équitabilité

L'impact plus grand des facteurs du climat abaisse l'équitabilité dans la litière, particulièrement dans la station V. Dans cette station, l'écart entre la valeur de l'équitabilité dans la litière et dans l'horizon A est très important, la valeur dans cet horizon étant la même que dans les stations II et III. La figure 4 représente la variation du nombre d'espèces dans les 5 stations et le pourcentage d'espèces rares dans les deux horizons.

Pour l'ensemble des stations du massif de La Gardiole, 50 % des espèces sont rares (représentées par moins de 1 % d'individus dans les prélèvements). Sur 28 espèces prises en considération dans les calculs, seulement 8 espèces ont une abondance supérieure ou égale à 5 %.

Dans les 5 stations, les espèces sont toujours plus nombreuses dans l'horizon A. La station la plus remarquable est la station V. En effet si le nombre total d'espèces est à peu

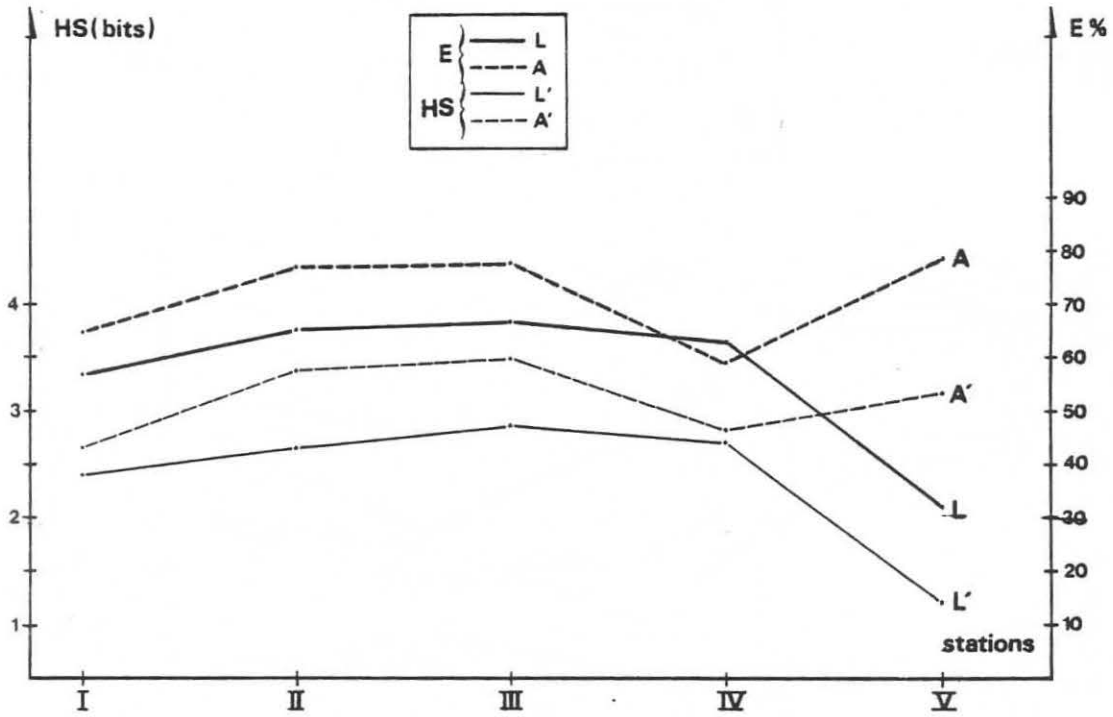

FIG. 3. — Densité (H), équitabilité (E) et nombre d'espèces de collemboles dans les couches L et A de chaque station.

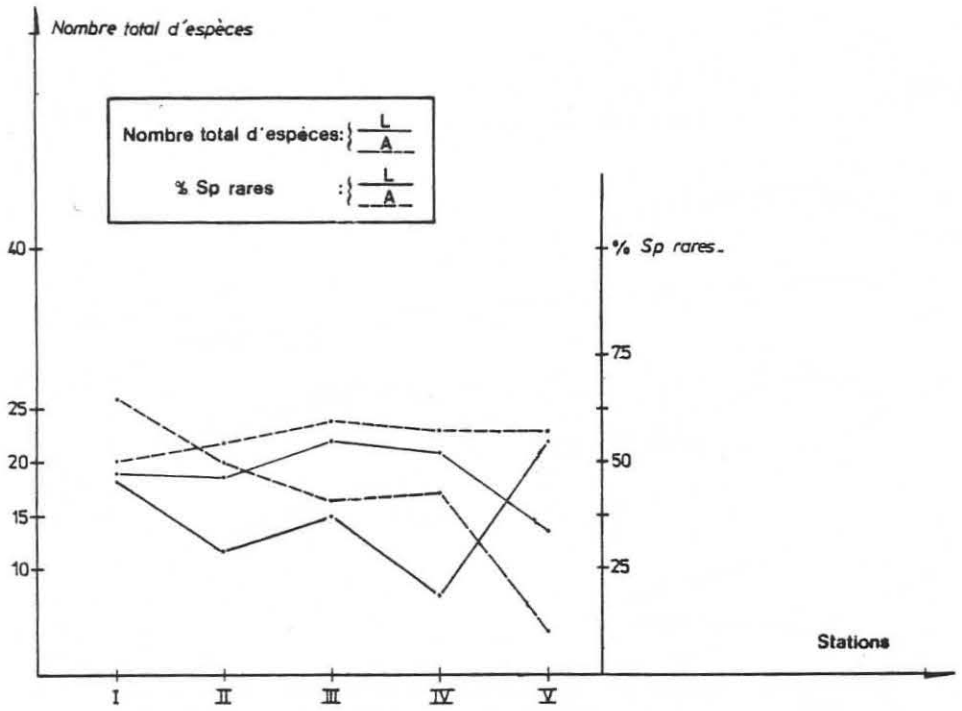

FIG. 4. — Nombre total d'espèces et nombre total d'espèces rares dans chaque station.

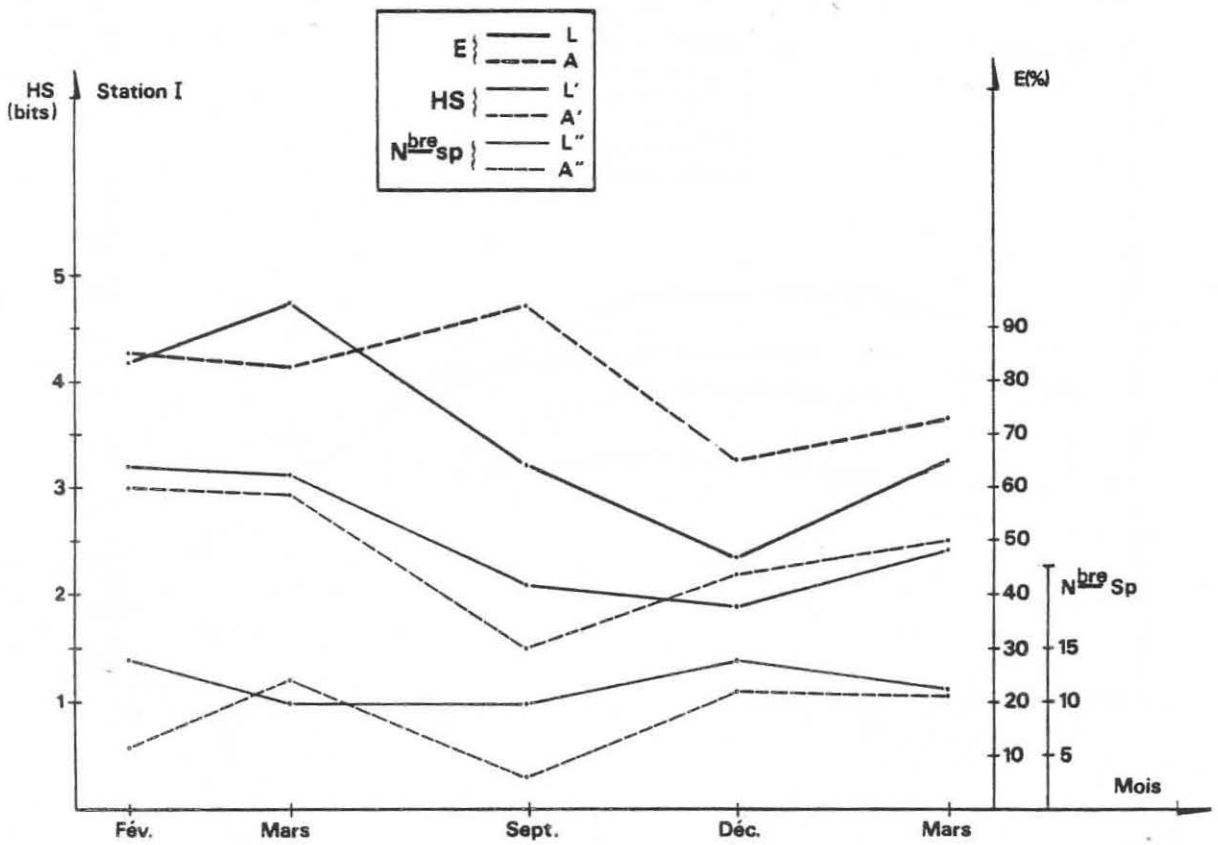

FIG. 5. — Variations de la diversité, de l'équitabilité et du nombre d'espèces de collemboles dans la station I.

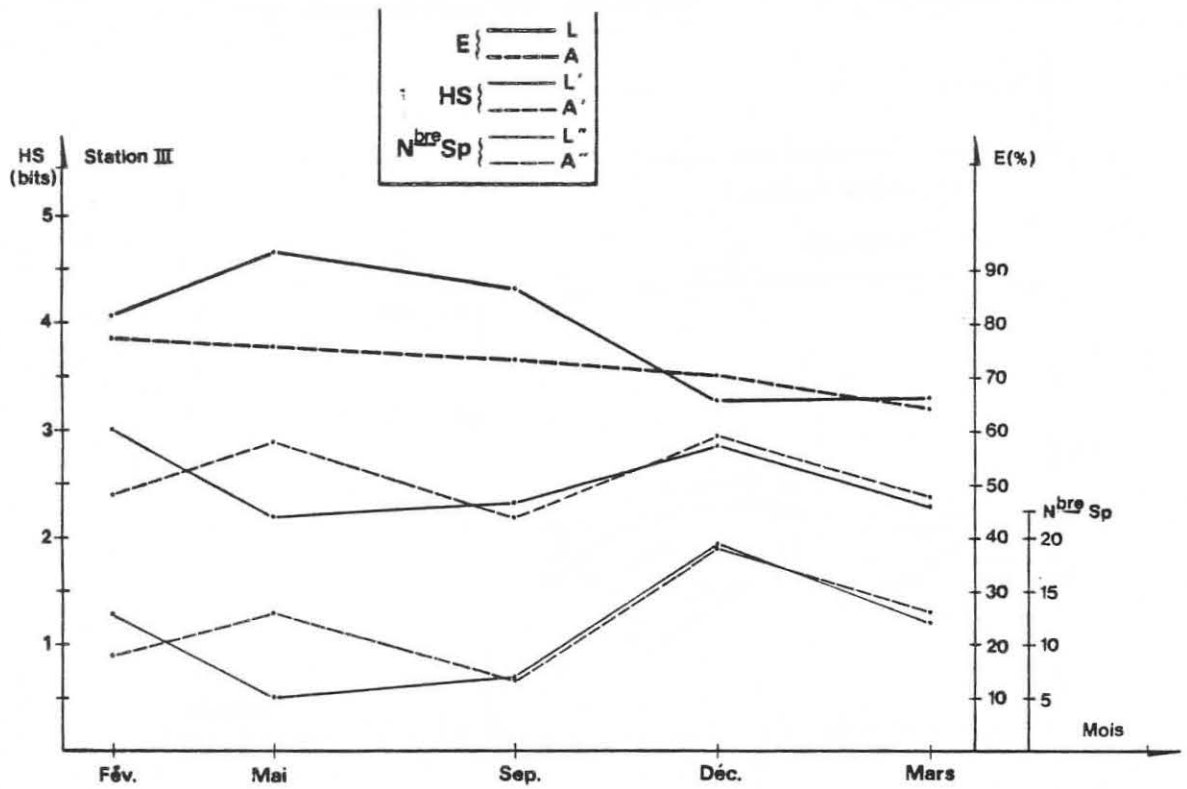

FIG. 6. — Variations de la diversité, de l'équitabilité et du nombre d'espèces de collemboles dans la station III.

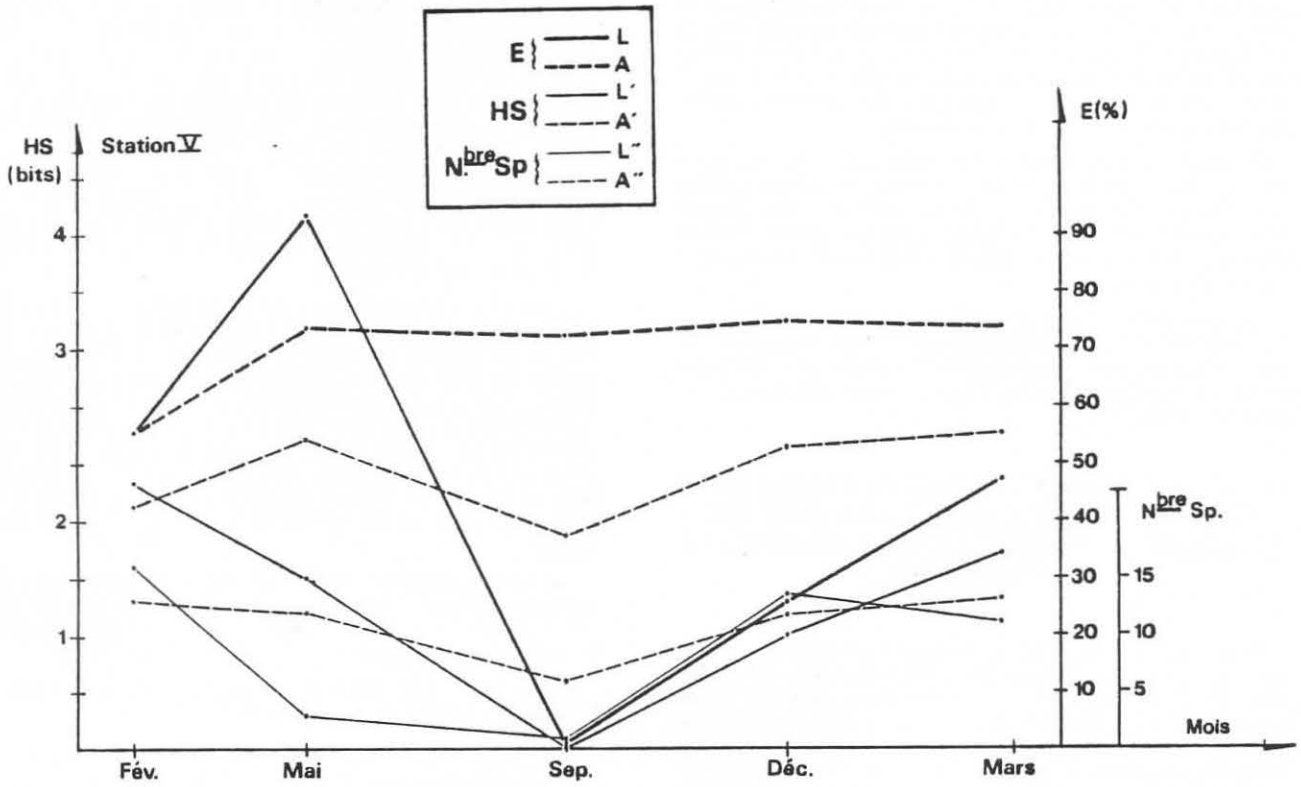

FIG. 7. — Variations de la diversité, de l'équitabilité et du nombre d'espèces de collemboles dans la station V.

près le même dans les deux horizons, le nombre d'espèces est, à l'inverse des 4 autres stations, maximum dans la litière et très faible dans le niveau A (9 % seulement).

□ **Évolution des collemboles au cours de l'année**

Les figures 5, 6, 7 représentent l'évolution de la diversité, de l'équitabilité et du nombre total d'espèces de collemboles dans les stations I, III et V. Dans la station I (chênaie verte) la diversité est maximum en février et en mai dans les niveaux L et A. Quant à l'équitabilité elle est supérieure et maximum dans la litière seulement en mai. Le nombre d'espèces est minimum en septembre dans la couche A.

Dans la station III à chênaie mixte, la diversité est maximum dans les deux niveaux en décembre, l'équitabilité étant maximum dans la litière comm dans la station I. Le minimum d'espèces s'observe, dans la litière, en mai.

Dans la station V (chênaie blanche) la diversité est toujours supérieure dans l'horizon A avec un minimum en septembre. Ce même mois la diversité est nulle dans la litière (on ne récolte en effet aucun collembole), tandis que l'équitabilité est maximum en mai dans les deux horizons.

III — COMPARAISON DES PEUPLEMENTS DE COLLEMBOLES DE LA CHÊNAIE DE LA GARDIOLE AVEC CEUX D'AUTRES CHÊNAIES MÉDITERRANÉENNES

La comparaison entre les peuplements microarthropodiens de la forêt de la Gardiole de Rians et ceux d'autres chênaies du bord de la Méditerranée, a montré l'importance prépondérante des facteurs du climat sur les variations annuelles des microarthropodes et la grande sensibilité des Collemboles.

Plus précisément, en ce qui concerne les collemboles, on observe une grande variabilité du nombre d'espèces et de leur densité. Comme pour d'autres groupes très sensibles il est vrai que «tandis que certaine espèces persistent toute l'année (avec des fluctuations de leur densité), d'autres taxas apparaissent seulement une ou deux saisons consécutives et sont remplacés par d'autres espèces quand ils disparaissent» (DI CASTRI et VITALI DI CASTRI, 1981). Nous avions mentionné qu'on peut suivre pendant des années le même biotope et ne voir un très grand nombre d'individus d'une espèce qu'une seule fois (POINSOT, 1971). Il y a aussi des espèces qui sont toujours rares quel que soit le biotope considéré. Le cas le plus intéressant est celui des espèces, rares en saison humide, qui se mettent à pulluler lors des pluies sporadiques d'été ou au début de la saison humide, grâce à leur capacité de résister à l'état adulte en anhydrobiose (*Brachystomella parvula* et *Folsomides angularis*) ou d'oeufs (*Sphaeridia pumilis*). On peut, par ailleurs, comme HÅGVAR (1982), s'interroger sur le rôle des espèces toujours rares. L'auteur pense «que les espèces rares pourraient dans certaines situations représenter une réserve génétique précieuse». Nous avons vu que la Gardiole est caractéristique de cette situation puisque 8 espèces seulement ont une abondance supérieure à 5 % (dont 5 supérieure à 10 %) et seulement 2 voisines de 18 % : *Isotoma bipunctata* et *Anurophorus laricis*. Parmi les 16 espèces dont la densité relative est toujours inférieure à 1 %, on trouve les représentants des genres *Pseudachorutes, Odontella*, les espèces *Sminthurinus aureus, elegans, denisi, Arrhopalites postumicus*. Dans de très nombreux biotopes de Provence, ces genres et ces espèces sont souvent présents dans les prélèvements de saison humide, mais toujours dans d'aussi faibles proportions.

A La Gardiole, la pullulation de certaines espèces et le grand nombre d'espèces rares, se traduisent par des valeurs extrêmement fluctuantes de la diversité et de l'équitabilité : dans la litière de chênes blancs de la station IV, par exemple, la diversité varie de 0,8 à 3,2 et pour l'ensemble des stations les valeurs vont de 1,2 à 3,5 (Tableau I).

En revanche, LAHOUD (1978), dans des biotopes comparables de la Ste Baume (chênaie verte), a trouvé des valeurs concernant la diversité des oribates nettement plus élevées mais, surtout, n'offrant aucun gradient saisonnier : 3,6 en août, 4,55 en janvier dans la litière et 4 en février, 4,5 en juillet pour le niveau 0-5 cm.

L'auteur constate que les «aspects qualitatif et quantitatif du peuplement dépendent beaucoup des paramètres abiotiques de l'écosystème. Les nombres d'espèces et d'individus dépendent de la teneur en eau mais n'y sont pas rigoureusement corrélés».

IV — COMPARAISON DES PEUPLEMENTS DE COLLEMBOLES DE LA FORÊT DE LA GARDIOLE AVEC CEUX DES FORÊTS TEMPÉRÉES

Bien que variables selon les biotopes, on trouve en pays méditerranéen des nombres d'espèces et des densités de collemboles du même ordre de grandeur que ceux des forêts tempérées (1). PETERSEN et LUXTON (1982) citent 43 à 60 espèces dans les forêts caduques tempérées, 26 à 32 dans les forêts de conifères. A La Gardiole, nous avons récolté 37 espèces et dans la forêt mixte voisine de Cadarache ROUGON et ROUGON (1970) en ont récolté 53. Donc tant en ce qui concerne le nombre total d'espèces que le nombre d'espèces rares, les peuplements de collemboles des forêts méditerranéennes sont comparables à ceux des forêts tempérées. Tout aussi comparable est la dominance d'espèces cosmopolites : ici *Isotoma bipunctata*, *Anurophorus laricis*, *Isotoma viridis* (avec une particularité, la dominance de l'endémique *Vertagopus abeloosi*). Dans le reste de la Provence les espèces les plus abondantes sont toujours des espèces à large répartition (POINSOT, 1976).

Une différence importante entre La Gardiole et ce que l'on connaît des forêts tempérées, concerne les variations de la diversité et de l'équitabilité. Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que la diversité variait d'une station à l'autre, non seulement pour les valeurs moyennes annuelles mais surtout entre la litière et la couche A (1,2 dans la litière de la chênaie blanche, 3,16 dans la couche A) et d'une saison à l'autre (2) (Tableau III), alors qu'HÅGVAR (1982), pour différents milieux forestiers tempérés nordiques, cite des valeurs qui varient de 1,45 à 2,45.

V — COMPARAISON DES PEUPLEMENTS DE COLLEMBOLES DE LA FORÊT DE LA GARDIOLE AVEC CEUX DES ZONES ARIDES

En région méditeranéenne française, on récolte un plus grand nombre d'espèces de collemboles que dans les zones arides — une vingtaine d'espèces en Australie et au Soudan (GREENSLADE, 1978) — seulement trois dans le Sud de la Californie (WALLWORK, 1972), encore s'agit-il d'espèces capables d'anhydrobiose. Par contre, comme dans les zones moins sèches de l'Australie, nous constatons que «les variations de la densité des microarthropodes (dont celle des collemboles) sont corrélées au changement régulier de la pluie, de la température et de l'humidité du sol» (GREENSLADE et GREENSLADE, 1983). Comme dans le désert du Mojave nord dans le Nevada (Franco *et al.*, 1979) dans le Negev (STEINBERGER *et al.*, 1984) et dans le désert de Dona Ana County) Nouveau Mexique (WHITFORD *et al.*, 1981) il y a, en région méditerranéenne, un rapport net entre la teneur en eau et la densité.

L'importance des collemboles par rapport aux deux autres groupes de microarthropodes est difficile à apprécier. En effet, leur nombre dépend des méthodes d'extraction. En particulier, selon que l'on emploie la technique de Berlese, du piège humide ou du lavage, à la saison sèche, on obtient soit des animaux à l'état actif soit on réactive les animaux en anhydrobiose. La comparaison avec l'extraction au Berlese montre que les collemboles sont, sur l'ensemble de l'année, plus nombreux en région méditerranéenne française que dans les régions arides du fait de la durée des pluies plus longue.

Sur le plan biogéographique, la moitié des genres de collemboles récoltés dans les régions arides de l'Australie sont cosmopolites et seraient originaires de climat humide avec des adaptations à la xéricité (GREENSLADE, 1982).

GREENSLADE (1981) décrit six types d'adaptations à l'environnement aride chez les collemboles :

— morphologique et physiologique ;

— comportementale ;

— stade post-embryonnaire inactif et réactivité par l'humidité ;

— oeufs résistant à la dessiçation et éclosant en condition humie (adaptation la plus courante) ;

— distribution resteinte à des habitats humides ;

— cycle de vie court.

Toutes ces adaptations se rencontrent en région méditerranéenne, à l'exception de la première. En effet, aucune espèce ne présente de morphologie particulière. L'espèce de *Xenylla* (*X. maritima*) commune en région méridionale, est, comme toutes les espèces du genre, résistante à la chaleur et à la sécheresse à l'état actif — elle est une des rares à être présente dans le sol en avril et en mai — mais elle n'a pas une forme particulière (aplatissement dorso ventral) comme les *Xenylla* récoltés en Australie).

Quant aux espèces réputées «euédaphiques», elles peuvent occuper, en surface même des habitats hostiles (cas des *Tullbergia* en Camargue).

La plupart des espèces de collemboles ont la capacité de migrer en profondeur et on peut considérer les oeufs pondus juste avant la saison sèche comme des oeufs de résistance.

Les cycles biologiques sont calqués sur le rythme des pluies avec le cas particulier de *Sphaeridia pumilis* qui, dans tous les biotopes, a un cycle de 8 jours (de l'oeuf à l'oeuf).

Deux espèces sont capables de passer la saison sèche en anydrobiose à l'état actif en région méditerranéenne, tandis qu'il y en a beaucoup plus en région aride d'Australie. GREENSLADE (1981) cite, en effet *Folsomides* (25 sp.), *Priosotoma brisbanensis*, *Brachystomella quadrituberculata*, *Setanodosa* sp.

Les adaptations particulières comme le passage en écomorphose, la construction de niches sont observées en région aride mais aussi dans des régions tempérées et même en

(1) Et surtout par différence avec ce que l'on trouve en zone désertique (voir plus loin).

(2) En dehors de la saison sèche pendant laquelle on ne récolte aucun collembole ; les calculs ne sont pas possibles.

conditions expérimentales favorables. Leur finalité n'a donné lieu à aucune explication satisfaisante. On peut remarquer, cependant, qu'il y a beaucoup plus d'espèces capables d'adopter ces stratégies en milieu drastique ; c'est le cas des constructions d'*Isotoma viridis, Isotomurus balteatus, Folsomides angularis, Folsomides parvulus* et des écomorphoses chez *Xenylla maritima, Hypogastrura* gr. *armata*.

CONCLUSION

L'originalité des peuplements de collemboles de la région méditerranéenne française se dégage des études comparatives avec les peuplements des zones plus tempérées et des zones arides. Le nombre des espèces, en général à large répartition, est du même ordre de grandeur que celui des régions plus septentrionales, mais à cause de leur grande sensibilité au déficit hydrique, comme dans les zones arides, la plupart des espèces sont éliminées pendant la saison sèche. Ceci contribue à la diminution de la diversité et de l'équitabilité qui ont des valeurs toujours supérieures dans les horizons sous-jacents à celles trouvées dans la litière (comme le remarquent, pour tous les groupes du sol, DI CASTRI et VITALI DI CASTRI, 1981).

Les chiffres de la diversité et de l'équitabilité varient donc à la fois à cause de l'influence prépondérante des facteurs du climat mais aussi à cause du pourcentage élevé d'espèces rares dans des proportions qui sont inconnues en région plus septentrionale.

BIBLIOGRAPHIE

CASTRI (F. DI) & VITALI DI CASTRI (V.), 1981. — Soil fauna of Mediterranean-climate regions, in *Mediterranean — type Shrublands*. CASTRI (F. DI), GOODALL (D.W.), SPECHT (R.L.),. Ed. Elsevier *Sc. Publ. Comp. Amsterdam* : 445-478.

FRANCO (P.J.), EDNEY (E.B.), Mc. BRAYER (J.P.), 1979. — The distribution and abundance of soils arthropods in the northern Mojave desert. *J. Arid. Env.*, 2 : 137-149.

GREENSLADE (P.), 1978. — Collembola. *In* : The physical and biological features of Kunoth Paddock in Central Australia (Ed. W.A. Low.). *CSIRO Div. Land Res. Manag. Tech.* Pap. 4 : 114-123.

GREENSLADE (P.), 1981. — Survival of Collembola in arid environments : observations in South Australia and the Sudan. *J. Arid. Env.* 4 : 219-228.

GREENSLADE (P.), 1982. — Origin of the collembola fauna of arid Australia. *In* : Evolution of the Flora and Fauna of arid Australia (Ed. R. Barker & P.J.M. Greenslade) Peacock Publications, Adelaïde : 267-272.

GREENSLADE (P.J.M.) & GREENSLADE (P.), 1983. — Ecology of Soils invertebrates. *In* : Soils : an Australian viewpoint ; Division of soil, CSIRO : Melbourne/Academic Press, London : 646-669.

HAGVAR (S.), 1982. — Collembola in Norvegian coniferous forest soils. I. Relations to plant communities and soil fertility. *Pedobiologia* 24 : 255-296.

LAHOUD (L.), 1978. — Dynamique des peuplements d'oribates (Acariens) et d'autres microarthropodes dans le sol de deux stations du versant suf du massif de la Sainte Baume (Var). *Thèse spécial.* Univ. Aix Marseille III : 1-244.

PETERSEN (H.) & LUXTON (M.), 1982. — A comparative analysis of soil fauna populations and their role in the decomposition processes. *In* : Peterson, H (Ed.). Quantitative ecology of microfungi and animals in soil and litter. *Oikos*, 39 : 287-303.

POINSOT (N.), 1971. — Recherches sur l'écologie et l'éthologie des collemboles de Provence et de Camargue. *Thèse Sciences nat.* n° A.O. 5335, Université de Provence : 256 p.

POINSOT-BALAGUER (N.), 1976. — Dynamique des Communautés de Collemboles en milieu xérique méditerranéen. *Pedobiologia*, 16 : 1-17.

POINSOT-BALAGUER (N.) & TABONE (E.), 1985. — Étude d'un écosystème forestier méditerranéen. I. Composition et structure des peuplements microarthropodiens du sol dans une forêt mixte (chênes verts *Quercus ilex* L. — chênes blancs *Quercus pubescens* W.) de la région provençale. *Bull. Ecol.*, 16 : 149-160.

ROUGON (C.) & ROUGON (D.), 1970. — Premières données sur les insectes collemboles et coléoptères de la forêt de Cadarache (B. du Rh.). *Ann. Fac. Sc. Marseille*, 53 : 27-34.

STEINBERG (Y.), FRECKMAN (D.W.), PARKER (L.W.) & WHITFORD (W.G.), 1984. — Effects of simulated rainfall and litter quantities on desert soil biota : nematodes and microarthropodes. *Pedobiologia*, 26 : 267-274.

WALLWORK (J.A.), 1972. — Distribution patterns and population dynamics of the microarthropods of a desert soil in southern California. *J. Anim. Ecol.*, 41 : 291-310.

WITHFORD (W.G.), FRECKMAN (D.W.), ELKINS (N.Z.), PARKER (L.W.), PARMALEE (R.), PHILIPS (J.) & TUCKER (S.), 1981. — Diurnal migration and responses to simulated rainfall in desert soil microarthropods and nematodes. *Soil. Biol. Biochem.*, 13 : 417-426.